

УДК 662.613.122

doi:10.20998/2413-4295.2018.09.33

ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗОЛОШЛАКОНАКОПИЧУВАЧА СУМСЬКОЇ ТЕЦ НА ГІДРОСФЕРУ

Л. Д. ПЛЯЦУК, Г. М. М'ЯКАЄВА*, О. В. М'ЯКАЄВ

Кафедра прикладної екології, Сумський державний університет, м. Суми, УКРАЇНА

*e-mail: hannamiakaieva@gmail.com

АНОТАЦІЯ Представлені дослідження впливу золошлаконакопичувача Сумської ТЕЦ на підземні води. За результатами моніторингу встановлено, що в підземних водах першого від поверхні водоносного комплексу спостерігається зміна хімічного складу за рахунок фільтрації вод із золовідвалу. Ознаками цього є підвищений вміст у воді із спостережних свердловин хлоридів, сульфатів, натрію, заліза. Для запобігання забрудненню підземних і поверхневих вод запропоновано створення техногенного геохімічного бар'єру. З метою вибору матеріалу для екрану досліджувались природні глини Сумської області. Встановлена присутність в глинистих матеріалах Сумського району смектинових мінералів, які забезпечують високу сорбційну здатність до іонів важких металів. Проведені дослідження показали, що іони важких металів входять структуру глини та не вимиваються з них опадами, що дозволяє рекомендувати глини Сумського району для створення протифільтраційного екрану золошлаконакопичувача Сумської ТЕЦ.

Ключові слова: теплова електростанція; золовідвал; важкі метали; міграція; екран; глина.

REDUCTION OF THE INFLUENCE OF ASH AND SLUG DUMP OF SUMY TPP ON THE HYDROSPHERE

L.PLYATSUK, H. MIAKAIEVA, O.MIAKAIEV

Applied Ecology Department, Sumy State University, Sumy, UKRAINE

ADSTRACT The aim of the work is to develop measures of reducing the impact of the ash and slug dump of the Sumy Thermal Power Plant on the environment. Investigation of the factors of impact of the ash and slug dump of the Sumy Thermal Power Plant on groundwater showed that there is a significant amount of heavy metals in the ash and slags of Sumy TPP. As a result of the contact of a slag mixture with atmospheric precipitation they can leak out, move into soluble forms and pollute soils and groundwater. The radioactivity of a mixture of ash slag is 18 mR / h. Ash and slag have the following physical and mechanical characteristics: the bulk density is 1350 kg/m³, the filtration coefficient is 3.5 m/day. The location of ash and slug dump of the Sumy Thermal Power Plant close to the Psel river and the insufficient protection of the groundwater leads to the migration of pollutants. Signs of this are the high content in the water from the observation wells of chlorides, sulfates, sodium and iron. The results of researches of groundwater of the first from the surface aquifer at the site of the ash and slug dump indicate the changes in its chemical composition by water filtration from the ash and slug dump.

We propose to create an anthropogenic geochemical barrier to prevent pollution of underground and surface water. In order to select the material for the screen, natural clays of the Sumy region were investigated. They have low filtration coefficient and high sorption properties. The presence in the clay materials of smectite minerals such as montmorillonite, bentonite has been established, they provide a high sorption ability. Studies have also shown that heavy metals are embedded in the structure of clay and not washed out from it by precipitation, it allows us to recommend clay of the Sumy region to create an anti-filtration screen of ash and slug dump of Sumy Thermal Power Plant.

Key words: thermal power plant; ash and slug dump; heavy metals; migration; screen; clay.

Вступ

Енергетика є найважливішою галуззю, яка визначає ефективність розвитку економіки і технічний рівень всієї промисловості. На сучасному етапі в світі відбувається зростання енергоспоживання на душу населення. У XX - початку XXI ст. виробництво і споживання енергії в світі подвоюється кожні 10-15 років, що призводить до збільшення техногенного впливу енергетики на навколишнє середовище. Розвиток теплової енергетики в Україні прогнозується з переважним використанням вугілля, частка якого в у 2030 році в паливному балансі становитиме 85,1% [1], що

призводить до зростання кількості відходів. Екологічний стан навколишнього середовища в районах розміщення теплоелектростанцій (ТЕС) досліджували відомі вітчизняні та закордонні науковці [2-11].

Технології спалювання вугілля на теплових електростанціях України передбачають видалення золи та шлаків гідравлічним способом та складування їх у золовідвалах. Шлаки та зола доволі токсичні, їх токсичність складається з токсичності поліароматичних вуглеводнів (в основному бенз(а)пірену), важких металів і невідомих органічних токсикантів. Концентрація оксидів важких металів в шлаку і золі на 2-3 порядки (а іноді і більше)

вище, ніж у паливі. Основну масу (96-98%) золошлакових відходів складає сума оксидів: оксид кремнію – 45-60%; оксид кальцію – 2,5-9,6%; оксид магнію – 0,5-4,8%; оксид заліза – 4,1-10,6%; оксид алюмінію – 10,1-21,8% і триоксид сірки – 0,03-2,7% [2]. Крім наведених макроелементів, що складають основну масу відходів, золошлакові відходи містять мікродомішки таких елементів, як цинк, талій, свинець, хром, марганець, кобальт, нікель, ртуть, миш'як, сурма, ванадій, стронцій, германій, бор, берилій, фтор та ін. За даними [12] в золі міститься значна кількість важких металів, які надходять з палива. Золошлаки, накопичуючись в золовідвалах в значних обсягах, створюють реальну загрозу забруднення ґрунтів, водойм, атмосферного повітря, але в той же час можуть представляти промисловий інтерес як нетрадиційна техногенна сировина.

В роботі [11] автором наведена схема взаємодії золошлаконакопичувачів з навколишнім середовищем, яка враховує відчуження територій, міграцію забруднюючих речовин крізь профіль ґрунтів, піління з поверхні золовідвалу, міграцію забруднювачів по трофічним ланцюгам та вплив на організм людини. Суттєвий вплив інфільтрації з території золовідвалів на хімічний склад та мінералізацію підземних вод встановлено за результатами режимних спостережень. Золовідвали є джерелами надходження у підземну гідросферу фтору, селену, берилію, радіоактивних речовин та деяких інших токсичних компонентів органічного походження. Літературні дані показують [13], що порівняно із підземними водами поверхневі води золовідвалів відзначаються різко підвищеним вмістом основних макрокомпонентів, загальною заліза та фтору, дещо підвищеною загальною мінералізацією.

Проведений аналіз літературних даних показав, що золошлакові відвали теплоелектростанцій є джерелом комплексного впливу на довкілля: порушення геологічного середовища, забруднення ґрунтів при фільтрації та аераційному перенесенні забруднюючих речовин з поверхні відвалу та потенційним джерелом забруднення природних вод. В зв'язку з цим виникає необхідність розробки заходів по зменшенню техногенного впливу на навколишнє середовище в місцях складування золошлакових відходів.

Ціль роботи

Метою роботи є розробка заходів по зниженню впливу золошлаконакопичувача Сумської ТЕЦ на довкілля.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- дослідити фактори впливу золошлаконакопичувача Сумської ТЕЦ на підземні води;
- проаналізувати склад золошлакових відходів;

- розробити заходи по зменшенню впливу золошлаконакопичувача на підземні води.

Викладення основного матеріалу

ТОВ «Сумитеплоенерго», до складу якого входить Сумська ТЕЦ, є одним з найбільших забруднювачів повітря Сумської області. Викиди підприємства за 2016 р. становили 3,371 тис. тонн або 19,49 % від загального обсягу викидів по Сумській області [14], що негативно впливає на стан довкілля. Потужність виробництва електроенергії Сумською ТЕЦ в середньому становить 112988 тис. кВт/год., теплової енергії – 723250 Гкал. Як паливо на станції використовують вугілля та природний газ.

Золошлаконакопичувач Сумської ТЕЦ розташований на лівому низькому березі р. Псел. На цій ділянці покривля верхньокрейдових відкладів залягає на глибині 8-22 м від поверхні землі. Крейда перекривається четвертинними алювіальними піщано-глинистими відкладами заплавних і старичних фацій (піски від дрібних до пилюватих, супіски з малопотужними прошарками замулених, місцями заторфованих суглинків). Тріщинуваті мергельно-крейдові породи утворюють з четвертинними осадками єдиний безнапірний водоносний комплекс з рівнями залягання підземних вод 2,5-7 м від поверхні землі. Безпосередньо на майданчику золовідвалу, розріз доповнюється техногенними насипними утвореннями - золошлаковою сумішшю і ґрунтами, що складають обвалування. Рух підземних вод на цій ділянці спрямований за рельєфом на південь у бік русла р. Псел з градієнтом потоку близько 0,007.

Золовідвал представляє собою двохсекційний відстійник ємністю 195 тис. м³ з розмірами секцій у плані 150х178 м кожна, загальною площею 5,3 га. Секції золошлакові відвалу розділені дамбою. Весь золошлаконакопичувач огорожений дамбою, яка має висоту 5,5 м та ширину по гребню 3 м. Відкоси дамби закріплені посівами трав на шарі рослинного ґрунту. Для попередження розмиву низу дамб в період проходження паводка виконано мощення з каменю по шару щебеню.

Після очищення відхідних газів золошлакова суміш шляхом гідротранспортування надходить у золошлаконакопичувач, який на сьогодні вже практично заповнений [14]. Золошлаки в чаші золошлакові відвалу мають наступні фізико-механічні характеристики: насипна щільність 1350 кг/м³, коефіцієнт фільтрації – 3,5 м/добу. За даними авторів роботи [15] в золі та шлаках Сумської ТЕЦ міститься значна кількість важких металів (табл. 1). Під час контакту золошлакової суміші з атмосферними опадами вони здатні вилугуватися, переходити у розчинні форми і забруднювати ґрунти та підземні води. Радіоактивність золошлаків – 18 мР/год.

Таблиця 1 – Середній вміст важких металів у шлаках та золі Сумської ТЕЦ, мг/кг [11]

№ з/п	Тип зразка	Mn	Ni	Co	V	Cr
1	Шлаки	1000	200	40	500	400
2	Зола	1000	200	20	400	350

№ з/п	Тип зразка	Mo	Cu	Pb	Zn	Sn
1	Шлаки	4	300	200	80	8
2	Зола	2	200	300	300	8

Розташування золошлакозаспопелювача Сумської ТЕЦ в безпосередній близькості від р. Псел ставить задачу контролю стану вод. З цією метою обладнана мережа пунктів спостережень за станом об'єктів гідросфери. У районі золошлаковідвалу обстежується п'ять спостережних свердловин [16].

Результати досліджень підземних вод першого від поверхні четвертинно-верхньокрейдового водоносного комплексу на ділянці золошлакозаспопелювача в 2017 році вказують на наявність трансформації їх хімічного складу навколо нього за рахунок фільтрації вод із золовідвалу [17]. Ознаками цього є підвищений вміст у воді із спостережних свердловин хлоридів, сульфатів, натрію, заліза.

Оцінка захищеності підземних вод в районі золошлакозаспопелювача Сумської ТЕЦ проводилась в балах (за Гольдбергом В.М.) [18]. Внаслідок слабкої вивченості фільтраційних властивостей порід зони аерації реальна якісна оцінка захищеності проводилась за трьома показниками: глибині рівня ґрунтових вод, потужності слабо проникних порід в розрізі зони аерації та коефіцієнту фільтрації цих порід. Відповідно до розрахунків для майданчика золошлакозаспопелювача категорія захищеності підземних вод II, тобто підземні води незахищені.

Недостатня захищеність підземних вод та розташування золошлакозаспопелювача Сумської ТЕЦ біля

р. Псел ставить задачу проведення заходів по попередженню потрапляння забруднюючих речовин в підземні води.

Для запобігання забруднення підземних і поверхневих вод в місцях складування відходів використовують методи, засновані на створенні техногенних геохімічних бар'єрів з матеріалів, які мають високі протифільтраційні показники та здатність до переведення забруднюючих компонентів у малорухомі форми. При цьому можливе використання природних матеріалів. З метою вибору матеріалу для протифільтраційного екрану досліджувались природні глини Сумської області, які крім низького коефіцієнта фільтрації мають високі сорбційні властивості до важких металів [19]. Вивчалися два сорти глинистих матеріалів, що найбільш відрізнялися як по хімічному так і по мінералогічному складу. Перший - глина (Сумський район) з

показниками хімічного складу (%): SiO_2 – 63,22; Al_2O_3 – 18,24; Fe_2O_3 – 7,0; CaO , MgO – 2,67; з.п.п. – 7,65. Другий - глина (Путівльський район Сумської області) з показниками хімічного складу (%): SiO_2 – 52,65; Al_2O_3 – 38,24; Fe_2O_3 – 3,27; CaO – 2,02; MgO – 2,08; з.п.п. – 2,7.

З метою визначення фазового складу досліджуваних зразків проводили рентгенофазовий аналіз на рентгенівському дифрактометрі ДРОН – 1-УМ в кобальтово $\text{K}\alpha$ – випромінюванні із швидкістю 1 град / хв. Дифрактограми вказаних зразків наведені на рис.2.

З метою створення протифільтраційного екрану необхідно було встановити не тільки адсорбційну здатність глин, але і визначити ступінь входження іонів важких металів в структуру глинистих мінералів.

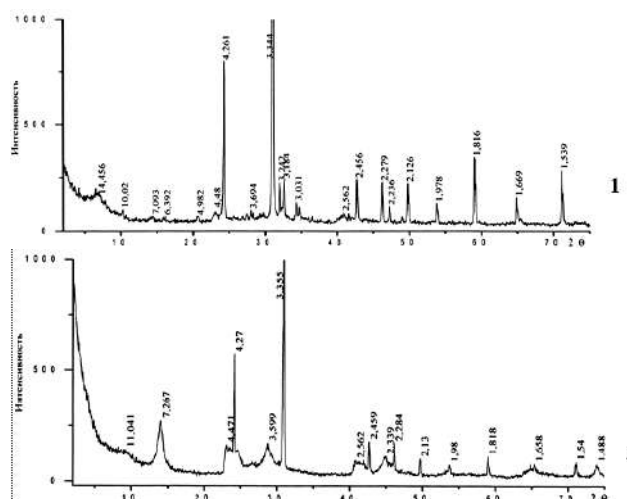


Рисунок 1 - Дифрактограми природних глинистих мінералів 1 – глина Сумського району; 2 – глина Путівльського району Сумської області

Дифрактограми свідчать, що зразок №1 містить смектинові мінерали (серія рефлексів (d/n 14,983; 14,662; 14,456; 4,982; 4,48; 4,471), вміст яких $\approx 12\%$). Зразок №2 характеризується вмістом мінералу каолініту (d/n 7,319; 7,267; 7,093; 4,471; 3,599; 2,562; 2,339; 1,981,658; 1,54; 1,488), вміст якого $\approx 40\%$. Крім зазначених мінералів, в глинах у великій кількості зустрічаються α -кварц (до 50-70%) (серія рефлексів d/n 4.261; 3.349; 2.456; 2.281; 2.286; 2.128; 1.978; 1.816; 1.671; 1.657; 1.599; 1.54;), гідролути, польові шпати (до 10%), доломіт, кальцит, змішано-шарові силікати (до 5%).

Для дослідження здатності глин до фіксації іонів важких металів використовували адсорбенти після контакту їх з модельними розчинами, які містили іони важких металів. Використаний адсорбент висушували в сушильній шафі при температурі $+100^\circ\text{C}$ на протязі 1 год. Наважку висушеного адсорбенту змішували з дистильованою водою із розрахунку Т:Р=1:20. Отриману суспензію

перемішували протягом 30 хв. По закінченню процесів десорбції розчин фільтрували крізь паперовий фільтр. Фільтрат аналізували на вміст важких металів. Результати показали повну відсутність іонів важких металів в фільтраті, що свідчить про входження їх іонів в структуру глинистих мінералів.

Обговорення результатів

За результатами досліджень встановлено, що золошлаконакопичувач Сумської ТЕЦ практично заповнений золошлаковими відходами. Зола та шлак, які знаходяться в золошлаконакопичувачі, містять цілий ряд важких металів. Під час контакту золошлакової суміші з атмосферними опадами вони здатні вилугуватися, переходити у розчинні форми і забруднювати ґрунти та підземні води. Розрахунок захищеності підземних вод за Гольдбергом показав низьку захищеність підземних вод. Розташування золошлаконакопичувача Сумської ТЕЦ в безпосередній близькості від р. Псел та недостатня захищеність підземних вод призводить до міграції забруднюючих речовин вниз по ґрунтовому профілю. Результати моніторингових досліджень підземних вод першого від поверхні водоносного комплексу на ділянці золошлаконакопичувача вказують на зміну їх хімічного складу навколо нього за рахунок фільтрації вод із золівідвалу. Ознаками цього є підвищений вміст у воді із спостережних свердловин хлоридів, сульфатів, натрію, заліза.

Для запобігання забрудненню підземних і поверхневих вод запропоновано створення техногенного геохімічного бар'єру. З метою вибору матеріалу для екрану досліджувались природні глини Сумської області, які крім низького коефіцієнта фільтрації мають високі сорбційні властивості до важких металів.

Встановлена присутність в глинистих матеріалах Сумського району смектитових мінералів - монтморилоніту, бентоніту, які забезпечують високу здатність до процесів сорбції. Основу смектитів складає мінерал монтморилоніт, який має будову шаруватих силікатів з розсувною структурною коміркою в кристалічній решітці. Саме така будова забезпечує адсорбційні якості мінералів (зразок 1). У той же час, до складу іншої місцевої глини (зразок 2), в значній мірі входять шаруваті силікати з жорсткою кристалічною структурою, до якої належить каолінит. Для таких структур характерна тільки зовнішня адсорбуюча поверхня. Таким чином, глина Сумського району (зразок №1) має вищі сорбційні властивості та може більш ефективно поглинати іони важких металів, ніж глина Путивльського району (зразок №2).

З метою визначення ступеню входження іонів важких металів в структуру глинистих мінералів були проведені дослідження десорбції іонів важких металів із забруднених глинистих матеріалів. Вони показали,

що важкі метали вбудовуються в структуру глини та не вимиваються з них опадами.

Таким чином, здатність місцевих глини поглинати і утримувати іони важких металів дозволяє рекомендувати глини Сумського району для створення протифільтраційного екрану золошлаконакопичувача Сумської ТЕЦ. Для ефективної захисної дії екрана товщина шару глини повинна бути не менше 0,5 м.

Висновки

Проведені дослідження стану підземних вод першого від поверхні четвертинно-верхньокрейдового водоносного комплексу на ділянці золошлаконакопичувача вказують на наявність трансформації їх хімічного складу навколо нього за рахунок фільтрації вод із золівідвалу. Ознаками цього є підвищений вміст у воді із спостережних свердловин хлоридів, сульфатів, натрію, заліза. Дані про якість підземних вод підтверджуються оцінкою захищеності підземних вод, які за шкалою Гольберга відносяться до незахищених. Проведені дослідження показали необхідність проведення заходів по попередженню фільтрації забруднюючих речовин з тіла золошлаковідвалу.

З метою попередження потрапляння забруднюючих речовин в підземні води запропоновано створення протифільтраційного екрану з глинистих матеріалів. Дослідження глини Сумської області дозволило вибрати в якості матеріала для екрану глину Сумського району, яка містить смектитові мінерали.

Список літератури

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» від 15 березня 2006 р., № 145-р.
2. **Прибилова, В. М.** Особливості накопичення забруднювачів в зоні впливу Змієвської ТЕС / **В. М. Прибилова, В. О. Жемерова, І. К. Решетов** // *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна: Геологія-географія-екологія* – 2010. – № 882. – С. 62.
3. **Dragović, S.** Heavy metals in soils: distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources / **S. Dragović, N. Mihailović, B. Gajić** // *Chemosphere* – 2008. – V. 74 – P. 491–495.
4. **Kodom, K.** Heavy Metal Pollution in Soils from Anthropogenic Activities / **K. Kodom**. – LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2011 – P. 120.
5. **Singh, R. K.** The leaching characteristics of trace elements in coal fly ash and an ash disposal system of thermal power plants / **R. K. Singh, N. C. Gupta, B. K. Guha** // *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental*. – 2012. – 34. – P.602–608.
6. **Kanmani, S.** Assessment of heavy metal contamination in soil due to leachate migration from an open dumping site / **S. Kanmani, R. Gandhimathi** // *Applied Water Science*. – 2013. – 3. – P. 193–205.

7. Нечасва, Т. П. Фактори екологічного впливу електроенергетичних об'єктів на довкілля / Т. П. Нечасва, С. В. Шульженко, Д. П. Сас, М. В. Прасюк. // *Проблеми загальної енергетики*. – 2008. – №18. – С. 54–60.
8. Gang, Xu. Comprehensive evaluation of coal-fired power plants based on grey relational analysis and analytic hierarchy process / Xu Gang, Yang Yong-ping, Lu Shi-yuan, Li Le, Song Xiaona // *Energy Policy*. – 2011. – 39. – P. 2343–2351. – doi: 10.1016/j.enpol.2011.01.054.
9. Xiaoyu, Liu. Best available techniques and pollution control: a case study on China's thermal power industry / Xiaoyu Liu, Zongguo Wen // *Journal of Cleaner Production*. – 2012. – 23. – P. 113–121. – doi: 10.1016/j.jclepro.2011.09.027.
10. Ковальчук, О. П. Моніторинг вмісту важких металів у ґрунтах територій, прилеглих до Добровірської ТЕЦ / О. П. Ковальчук, В. В. Снітинський, Р. С. Шкумбатюк // *Науковий вісник НЛТУ України*. – 2017. – т. 27, № 4. – С. 87–90.
11. Черенцова, А. А. Оценка влияния золоотвала Хабаровской ТЕЦ-3 на компоненты окружающей среды / А. А. Черенцова // *Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ»*. – 2012. – том 3. – №1. – С. 29–42.
12. Жабо, В. В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС / В. В. Жабо – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 240 с.
13. Янчев, В. К. Оценка степени загрязнения природных вод вблизи крупных теплоэнергетических комплексов / В. К. Янчев, С. П. Сулейманов // *Водные ресурсы* – 1992. – №1. – С. 162–165.
14. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2016 році [Електронний ресурс]. URL: <http://www.menr.gov.ua/dopovidi/regionalni/5560-rehionalni-dopovidi-pro-stand-navkolyshnoho-prirodnoho-seredovyscha-u-2016-rotsi>
15. Войтюк, Ю. Ю. Закономірності розподілу важких металів в об'єктах навколишнього середовища м. Суми / Ю. Ю. Войтюк, І. В. Кураєва, Г. А. Кроїк, О. В. Мацібора, О. В. Матвієнко // *Вісник Дніпропетровського університету. Геологія, географія* – 2016. – №22(2). – С. 18–23. – doi: 10.15421/111627.
16. Пляцук, Л. Д. Моніторинг підземних вод в районі розміщення Сумської ТЕЦ / Л. Д. Пляцук, Г. М. М'якаєва, О. В. М'якаєв // *Екологічна безпека: Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу*. – 2016. – № 2 (22). – С. 29–34.
17. Моніторинг стану підземних вод на території діяльності ТОВ «Сумитеплоенерго»: заключний звіт з НДР, ТОВ «СВНЦ Інтелект-сервіс». – Харків. – 2017. – 32 с.
18. Гольдберг, В. М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения / В. М. Гольдберг, С. Газди. М. недра. – 1984. – 266 с.
19. Большанина, С. Б. Очищення стічних вод гальванічних виробництв сорбційними методами / С. Б. Большанина, Г. М. Гурець, Д. С. Балабуха, Д. В. Міляєва // *Екологічна безпека*. – 2014. – №1(17). – С. 114–118.
- the zone of influence of the Zmevskaya TPP]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu im. V.N. Karazina: Heolohiia-heohrafiia-ekolohii*, 2010, **882**, 62.
3. Dragović, S., Mihailović, N., Gajić, B. Heavy metals in soils: distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources. *Chemosphere*, **2008**, 74, 491–495.
4. Kodom, K. Heavy Metal Pollution in Soils from Anthropogenic Activities. Lap Lambert Academic Publishing, 2011, 120.
5. Singh, R. K., Gupta, N. C.; Guha, B. K. The leaching characteristics of trace elements in coal fly ash and an ash disposal system of thermal power plants. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental*, 2012, **34**, 602–608.
6. Kanmani, S., Gandhimathi, R. Assessment of heavy metal contamination in soil due to leachate migration from an open dumping site. *Applied Water Science*, 2013, **3**, 193–205
7. Nechaieva, T. P., Shulzhenko, S. V., Sas, D. P., Prasiuk, M. V. Faktory ekolohichnoho vplyvu elektroenerhetychnykh ob'iektiv na dovkillia [Factors of environmental impact of electricity generation facilities]. *Problemy zahalnoi enerhetyky*, 2008, **18**, 54–60.
8. Gang, Xu, Yong-ping, Yang, Shi-yuan, Lu, Le, Li, Xiaona, Song. Comprehensive evaluation of coal-fired power plants based on grey relational analysis and analytic hierarchy process. *Energy Policy*, 2011, **39**, 2343–2351, doi: 10.1016/j.enpol.2011.01.054.
9. Xiaoyu, Liu, Zongguo, Wen. Best available techniques and pollution control: a case study on China's thermal power industry. *Journal of Cleaner Production*, 2012, **23**, 113–121, doi: 10.1016/j.jclepro.2011.09.027.
10. Kovalchuk, O. P., Snitinskiy, V. V., Shkumbatyuk, R. S. Monitoring vmistu vazhkykh metalliv u Gruntah teritoriy, prileglyh do Dobrovirskoyi TETs [Monitoring of the content of heavy metals in the soil of the territories adjacent to Dobrovirskaya CHPP] *Naukoviy visnik NLTU Ukrayini*, 2017, **4**(27), 87–90.
11. Cherentsova, A. A. Otsenka vliyaniya zolootvala Habarovskoy TETs-3 na komponentyi okruzhayushey sredy [Assessment of the influence of the ash dump of Khabarovsk CHPP-3 on the components of the environment]. *Elektronnoe nauchnoe izdanie «Uchenye zametki TOGU»*, 2012, **1**(3), 29–42.
12. Zhabo, V. V. Ohrana okruzhayushey sredy na TES i AES [Environmental protection at the TPP and the AU]. – М.: Energoatomizdat, 1992, 240.
13. Yanchev, V. K., Suleymanov, S. P. Otsenka stepeni zagryazneniya prirodnnykh vod vblizi krupnykh teploenergeticheskikh kompleksov [Assessment of the pollution degree of natural waters close to large thermal power complexes]. *Vodnyie resursy*, 1992, **1**, 162–165.
14. Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Ukraini v 2016 rotsi. [National report on the state of the environment of Ukraine in 2015]. Available at: <http://www.menr.gov.ua/dopovidi/regionalni/5560-rehionalni-dopovidi-pro-stand-navkolyshnoho-prirodnoho-seredovyscha-u-2016-rotsi>
15. Voitiuk, Iu. Iu., Kuraieva, I. V., Manichev, V. I., Filatov, V. F. Zakonomirnosti rozpodilu vazhkykh metalliv u gruntakh zony vplyvu DMK im. F.E. Dzerzhynskoho [Patterns of heavy metals distribution in soils in the zone of influence of DMK them. F.E. Dzerzhinsky]. *Naukovi pratsi UkrNDMI NAN Ukrainy*, 2013, **13**(2), 103–117.
16. Plyatsuk, L. D., Miakaieva, H. M., Miakaiev, O. V. Monitorynh pidzemnykh vod v raioni rozmishchennia

Bibliography (transliterated)

- Sumskoi TETs [Monitoring of groundwater in the area of the Sumy TPP]. *Ekolohichna bezpeka, Kremenichuk*, 2016, 2(22), 29–34.
17. Monitorynh stanu pidzemnykh vod na terytorii diialnosti TOV «Sumyteploenerho»: zakliuchnyi zvit z NDR, TOV «SVNTs Intel'ekt–servis», Kharkiv, 2017, 32.
18. **Goldberg, V. M., Gazdi, S.** Hidrogeologicheskie osnovy ohranyi podzemnykh vod ot zagryazneniya [Hydrogeological basis of groundwater protection from pollution]. M. Nedra, 1984, 266.
19. **Bolshanina, S. B., Hurets, H. M., Balabukha, D. S., Miliyaeva, D. V.** Ochyschennia stichnykh vod halvanichnykh vyrobnytstv sorbtsiynymy metodamy [Purification of sewage of electroplating plants by sorption methods]. *Ekolohichna bezpeka*, 2014, 1(17), 114 – 118.

Сведения об авторах (About authors)

Пляцук Леонід Дмитрович - доктор технічних наук, професор; Сумський державний університет завідувач кафедри прикладної екології; м. Суми, Україна; E-mail: plyacuk@teko.sumy.ua, info@ecolog.sumdu.edu.ua.

Leonid Plyatsuk - Doctor of Technical Sciences, Professor; Sumy State University, Head of the Department of applied ecology; Sumy, Ukraine; E-mail: plyacuk@teko.sumy.ua, info@ecolog.sumdu.edu.ua.

М'якаєва Ганна Миколаївна – аспірантка кафедри прикладної екології Сумського державного університету, м. Суми, Україна; E-mail: hannamiakaieva@gmail.com.

Hanna Miakaieva - postgraduate student, department of applied ecology, Sumy State University, Sumy, Ukraine; E-mail: hannamiakaieva@gmail.com.

М'якаєв Олександр Володимирович – аспірант кафедри прикладної екології Сумського державного університету, м. Суми, Україна; E-mail: myakayev@yahoo.com.

Oleksandr Miakaiev - postgraduate student, department of applied ecology, Sumy State University, Sumy, Ukraine; E-mail: myakayev@yahoo.com.

Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:

Пляцук, Л. Д. Зниження впливу золошлакоотвалу Сумської ТЕЦ на гідросферу / **Л. Д. Пляцук, Г. М. М'якаєва, О. В. М'якаєв** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 230-235. – doi:10.20998/2413-4295.2018.09.33.

Please cite this article as:

Plyatsuk, L., Miakaieva, H., Miakaiev, O. Reduction of the influence of ash and slug dump of Sumy TPP on the hydrosphere. *Bulletin of NTU KhPI. Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, 9 (1285), 230-235, doi:10.20998/2413-4295.2018.09.33.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Пляцук, Л. Д. Снижение влияния золошлакоотвала Сумской ТЭЦ на гидросферу / **Л. Д. Пляцук, А. Н. Мякаева, О. В. Мякаев** // *Вестник НТУ «ХПИ»*, Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 230-235. – doi:10.20998/2413-4295.2018.09.33.

АННОТАЦІЯ По результатам исследования влияния золошлакоотвала Сумской ТЭЦ на подземные воды установлено изменение химического состава за счет фильтрации вод. Признаками этого является повышенное содержание в воде с наблюдательных скважин хлоридов, сульфатов, натрия, железа. Для предотвращения загрязнения подземных и поверхностных вод предложено создание техногенного геохимического барьера. С целью выбора материала для экрана исследовались природные глины Сумской области. Проведенные исследования показали, что ионы тяжелых металлов входят в структуру глин, но не вымываются из них осадками, что позволяет рекомендовать глины Сумского района для создания противифльтрационного экрана золошлакоотвала Сумской ТЭЦ.

Ключевые слова: тепловая электростанция; золоотвал; тяжелые металлы; миграция; экран; глина.

Надійшла (received) 10.03.2018